

О. И. СИНЕЛЬНИКОВА, канд. техн. наук, ХНУРЭ
Е. Е. ДАШЕВСКАЯ, аспирант ХНАГХ

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМИ СЕТЯМИ

У статті розглядається питання розробки методології побудови експертної системи, що дозволяє автоматизувати процес прийняття рішень по попередженню аварій на водорозподільних мережах, оптимальному вибору ремонтно-відбудовчих робіт зі складанням ефективного розкладу їхнього проведення при наявності обмеженості ресурсів.

В статье рассматривается вопрос разработки методологии построения экспертной системы, которая позволяет автоматизировать процесс принятия решений по предупреждению аварий на водораспределительных сетях, оптимальному выбору ремонтно-восстановительных работ с составлением эффективного расписания их проведения при наличии ограниченности ресурсов.

In the article it is being considered the question of development of methodology of building an expert system that allows to automate the process of decision-making on accident prevention on water-distributing system, and on optimal option of repair-and-renewal operations with making an effective schedule on their conducting under scarcity of resources.

Введение. Особенность управления предприятием водоснабжения состоит в реализации функций производства, транспортирования, распределения и контроля качества воды. Требование эффективного управления любым технологическим процессом предприятия состоит в необходимости оперативной, точной и объективной оценки ситуации и принятия управленческого решения. Особенно остро решение этих задач стоит при экстремальных ситуациях, угрожающих целостности функционирования систем водоснабжения, влияющих на ресурсо- и энергопотребление, экологическое состояние окружающей среды [1].

Связь между системами добычи и подготовки воды с потребителем осуществляется посредством водораспределительной сети (ВРС). Одним из условий выполнения основного функционального назначения ВРС – обеспечение потребителей требуемым количеством воды под давлением не меньше заданного – является её техническое состояние. Особое значение в задаче эффективного управления ВРС уделяется вопросу целостности и санитарного состояния трубопроводной системы, соблюдение требований и норм эксплуатации. «Для существующих сетей и водоводов при необходимости следует предусматривать мероприятия по восстановлению и сохранению пропускной способности путем очистки внутренней поверхности стальных труб и нанесения антикоррозийного защитного покрытия» [2, стр.57]. С этой целью необходимо вести постоянный контроль за состоянием ВРС для выявления аварийных участков водораспределительной сети и выполнения работ по обновлению или восстановлению, а также выбора

эффективного способа реконструкции. Многофакторный характер технологической информации, её многокритериальность, необходимость постоянного контроля и анализа меняющихся характеристик процессов требует использования новых методов автоматизированного управления ВРС.

Одним из методов моделирования неформализованных задач в области принятия решений является построение систем управления на основе использования метода группового учета аргументов (МГУА)[3]. Метод МГУА относится к технологии искусственного интеллекта и характеризуется способностью автоматически решать задачи управления путем приобретения, запоминания и преобразования знаний в конкретной предметной области в процессе обучения на опыте и адаптации к внешним воздействиям. Методологической основой решения такого класса задач является построение экспертных систем (ЭС).

Актуальность и необходимость использования ЭС в системе управления ВРС объясняется специфичностью и повышенной технологической сложностью управления, высокой ценой ошибочных действий. Для выработки оперативных и долгосрочных управленческих решений необходимы постоянно действующие системы обработки исходных данных с последующей выдачей управленческих решений [4]. Поэтому при построении таких систем наряду с традиционными методами и моделями математического программирования, статистического анализа, теории принятия решения, необходимо использовать методы искусственного интеллекта (ИИ), обеспечивающие адаптивность и обучение самой системы. Методы ИИ позволяют в условиях неполноты исходной информации, используя вероятностно-статистические методы, вырабатывать суждения и объяснения, выдаваемые в качестве советов (рекомендаций).

Поэтому основной целью данной работы является разработка новой информационной системы, которая бы учитывала указанные моменты и гибко бы реагировала на динамику данных, а также позволяла бы пользоваться данной системой специалистам разного профиля.

Задачи исследования: анализ существующих проблем процесса автоматизированного управления водораспределительными сетями; разработка экспертной системы управления процессами ремонта участков водораспределительной системы.

Функциональные возможности. Существенную роль в выборе способа обработки и представления данных играет специфика информации. В основном для характеристики процессов в ВРС используются описательные данные (так называемые лингвистические переменные), которые требуют первичной экспертной обработки. Для построения автоматизированного управления ВРС необходима разработка математических моделей и методов решения задач с помощью универсальных инструментов, обладающих большой информационной емкостью, а также обладающих достаточной

гибкостью при эксплуатации, не требующих специальных знаний в области специфических математических теорий.

Сформулируем основные требования, которым должны удовлетворять такие системы [5]:

- гибридность. Возможность совместного применения различных моделей и методов для обработки информации об одном и том же объекте;
- гибкость системы. Способность менять структуру и параметры моделей за счет коррекции обучающей выборки;
- отсутствие категоричности. Многовариантность принимаемых решений с определенной степенью достоверности;
- автономность ЭС. Способность на основе накопленного опыта и знаний при изменении условий задачи моделировать искомое решение.

Все эти свойства наиболее полно иллюстрирует современное направление искусственного интеллекта, основанное на применении искусственных нейронных сетей (ИНС), а также подходы на основе метода группового учета аргументов (МГУА). Собственно, указанные подходы и были опробованы для построения моделей, которые могут создаваться и модифицироваться в соответствии с изменяющимися данными, что позволяет, не снижая качества управления, повысить оперативность задач планирования и организации работ по обновлению и восстановлению ВРС [6].

Итак, перейдем к непосредственному рассмотрению задач требующих первоочередного решения, при управлении ВРС, и в частности, повышения качества принимаемых решений по предупреждению аварий и проведению ремонтно-восстановительных работ.

В комплексе задач повышения эффективности автоматизированных систем управления водораспределительными сетями необходимо решать вопросы, связанные с контролем эксплуатации трубопроводов, оптимизации стратегии их восстановления и обновления. К числу рассматриваемых вопросов относятся:

- обеспечение специалистов полной, оперативной, достоверной информацией;
- наличие комплекса эффективных методов обработки информации;
- представление информации в удобном виде для анализа и принятия решений (оперативных, стратегических).

Рассмотрим вопрос создания ЭС управления работами по обновлению или восстановлению ВРС на примере предприятия водоснабжения г. Харькова. В настоящее время в коммунальном предприятии «Производственно-технологическом предприятии «Вода» эксплуатируется программное обеспечение, предназначенное для автоматизации рабочего

места диспетчера аварийно-восстановительных работ (АРМ «Диспетчер АВР»). Созданные электронные базы данных обеспечивают учет и контроль разного рода эксплуатационных показателей, выполняя справочную, статистическую и следящую функции управления. Однако эти учетные данные отражают прошлое состояние объекта управления и не позволяют оценить перспективы его развития; форма представления данных для анализа и принятия решений запрограммирована заранее и не может меняться пользователем; большие и постоянно растущие объемы баз данных требуют поиска новых методов обработки.

Место экспертной системы в общем контуре системы управления водораспределительной системы представлена на рис. 1.

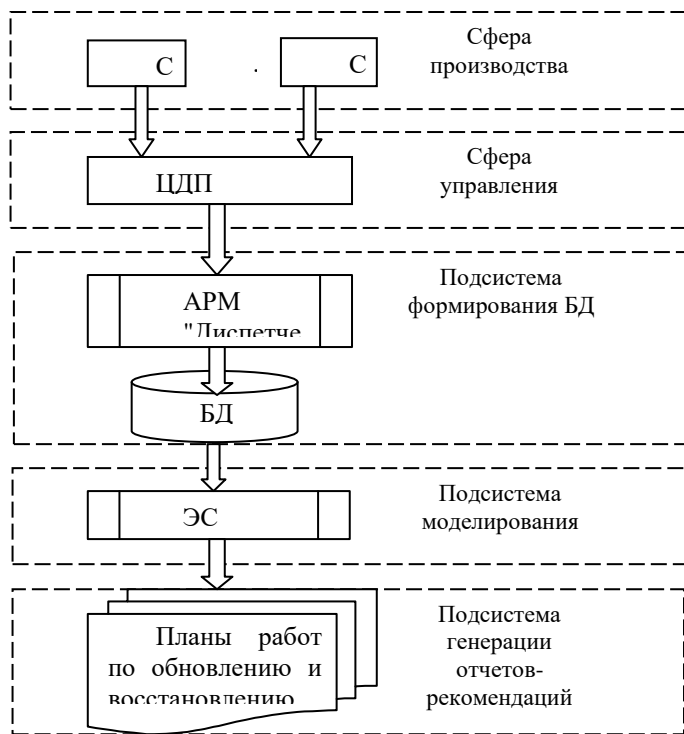


Рисунок 1 – Схема функционирования экспертной системы

В центральной диспетчерской службе предприятия (ЦДП) собираются технические и статистические показатели состояния ВРС, которые поступают от служб водопроводных сетей (СВС) города. Основное назначение подсистемы формирования баз данных является обеспечение функций учета баз данных (БД) повреждений, ведение и составление принятых форм

отчетности. Экспертная система предназначена для моделирования производственных планов построения ремонтно-восстановительных работ на основе технических, накопленных статистических, расчетных и экспертных данных.

Описание структуры блока и технологий реализации. Итак, на основе рассмотренных замечаний, а также, исходя из предложенных подходов [7] к решению задач прогнозирования времени безаварийной работы участка водораспределительной системы, а также метода идентификации способа реконструкции был разработан программный продукт. Программа написана в среде программирования Delphi 7, представляющая собой интегрированную среду разработки (Integrated Development Environment, IDE).

Все данные о водораспределительной сети хранятся в базе данных Data.mdb. Приложение обеспечивает логическое соединение с наборами данных и выбор информации из наборов данных, заключенных в хранилище ADO. Физический доступ к базе данных обеспечивают 32-разрядные драйверы ODBC. Все имеющаяся информация о системе, хранящаяся в этой базе данных, отображается в таблицах, представленных в окнах приложения.

Информационная модель предлагаемой программы имеет вид, представленный на рис. 2.

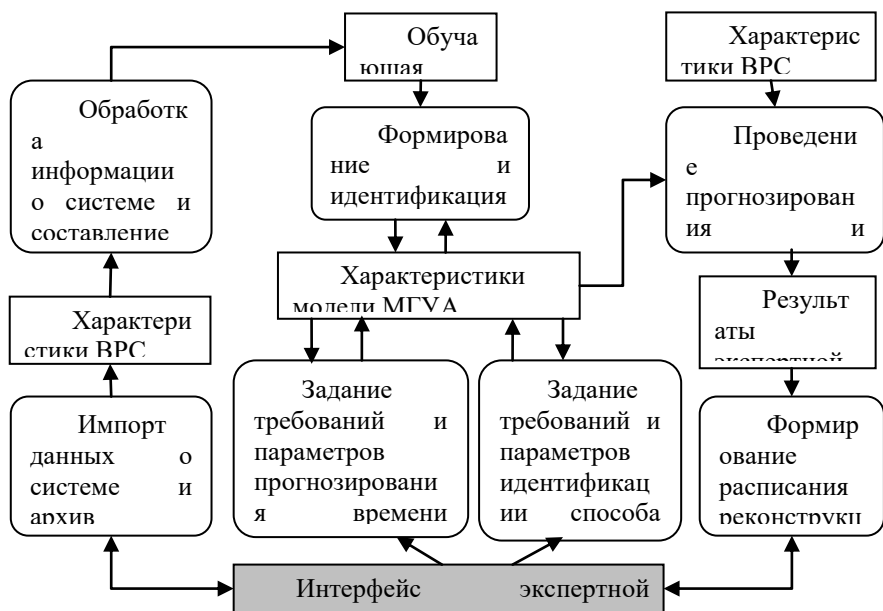


Рисунок 2 – Информационная модель программного продукта

Рассмотрим подробнее некоторые из функциональных блоков приведенной модели:

- импорт данных. В рамках данной задачи решается проблема импорта данных из форматов, которые поддерживают в виде отчетов других приложений, задействованных при управлении ВРС.
- формирование и идентификация модели методом группового учета аргументов [7]. Указанный модуль реализует алгоритм выбора наилучшей модели из множества моделей Колмогорова-Габбора второго и первого порядка, при этом идентификация модели осуществляется по методу наименьших квадратов.
- формирование расписания реконструкции участков ВРС. В модуле происходит формирование рекомендаций по принятию решений.

Далее (на рис. 3) представлена технологическая модель предложенного метода поддержки принятия решений при управлении функционированием водораспределительной сети в сфере ремонтно-восстановительных работ.

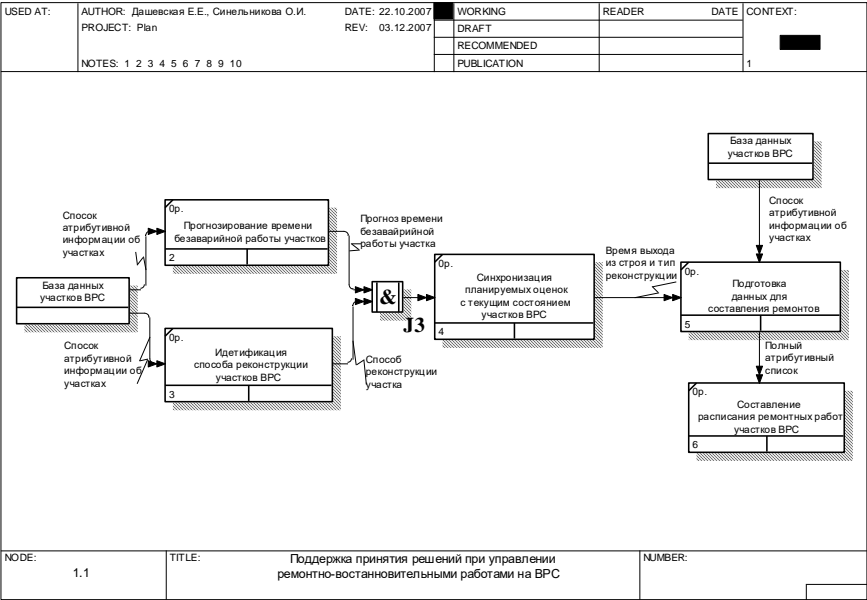


Рисунок 3 – Технологическая модель предлагаемого подхода

На рис. 4 представлено дерево задач, решаемых в процессе реализации метода принятия решений при автоматизированном управлении ремонтно-восстановительными работами.

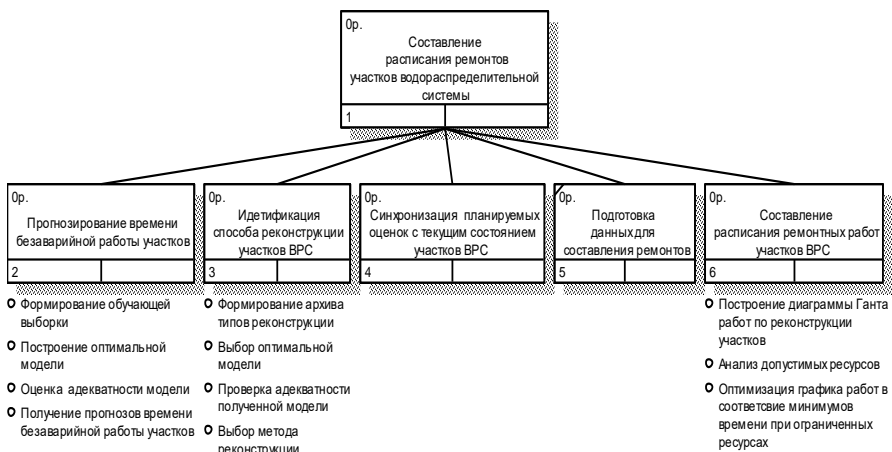


Рисунок 4 – Дерево задач автоматизированного управления ВРС

Далее приведены экранные формы разработанного программного продукта.

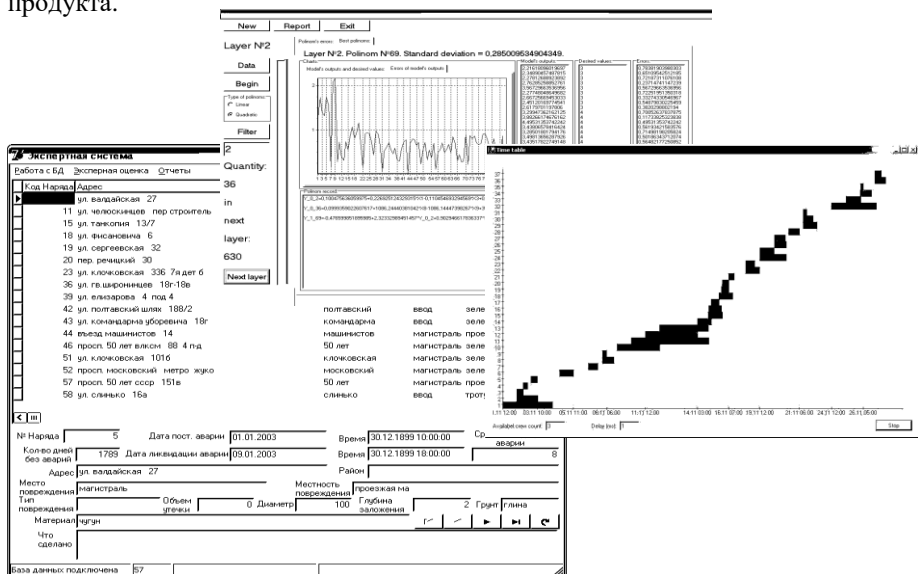


Рисунок 5 – Основные экранные формы разработанной экспертной системы

Заключение. В результате исследований разработан алгоритм поддержки принятия решений, положенный в основу экспертной системы, позволяющей

повысить эффективность автоматизированного управления на этапе восстановления и обновления ВРС.

Впервые разработана методология построения экспертной системы, которая позволяет автоматизировать процесс принятия решений по предупреждению аварий на водораспределительных сетях, с идентификацией способа ремонтно-восстановительных работ на основе метода группового учета аргументов и составлением эффективного расписания их проведения при наличии ограниченности времени и ресурсов с помощью диаграммы Ганта.

Разработанная методология построения экспертной системы позволит в практической деятельности предприятий водоснабжения автоматизировать

Для дальнейшего развития информационных технологий на предприятиях водоснабжения требуются организационные и технические изменения в управлении. «Недоучет взаимосвязи технологических и организационных структур влечет за собой существенные нарушения в производственной деятельности» [8, с.257]. Без заинтересованности руководителей разных уровней управления невозможно повысить качество и эффективность системы управления

Список литературы: 1. Евдокимов А. В., Петросов В. А. Информационно-аналитические системы управления инженерными сетями жизнеобеспечения населения. Учебное пособие. - Харьков: ХТУРЭ, 1998. – 412 с. 2. СНиП 2.04.02.-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Гострой СССР. - М.:Стройиздат, 1985. – 136 с. 3. Иващенко А. Г., Юрачковский Ю. П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. – М.:Радио и связь, 1986. – 118 с. 4. Богомазов О. А., Иваненко Б. Н., и др. Интегрированные компьютерные технологии управления системами водоснабжения. – Харьков: Основа, 1998. – 272 с. 5. Эли Дж., Кумбс М. Экспертные системы: концепции и примеры. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 192 с. 6. Самойленко Н. И., Синельникова О. И., Дашевская Е. Е. Сравнение свойств моделей прогноза повреждений на водораспределительной сети методами множественной регрессии, нейронных сетей и группового учета аргументов. "Восточно-Европейский журнал передовых технологий". – № 4/5 (28) 2007 – с. 15-20. 7. Самойленко Н. И. Синельникова О. И., Дашевская Е. Е. Моделирование задач контроля и управления техническим состоянием водораспределительной сети методом группового учета аргументов. "Восточно-Европейский журнал передовых технологий". - № 5/3 (29) 2007. – с. 13-16. 8. Пряхинская В. Г., Ярошевская Д. М., Левит-Гуревич Л. К. Компьютерное моделирование в управлении водными ресурсами. – М.:Физматлит, 2002. – 494 с.

Поступила в редколлегию 13.12.07